Die Atmung bei verändertem intra- und extrapulmonalem Drucke.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen veterinär-medizinischen Fakultät

der

UNIVERSITÄT BERN

vorgelegt von

Siegmund Katz,
approb. Tierarzt aus Herborn.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1909.

Die Atmung bei verändertem intra- und extrapulmonalem Drucke.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen veterinär-medizinischen Fakultät

der

UNIVERSITÄT BERN

vorgelegt von

Siegmund Katz,
approb. Tierarzt aus Herborn.

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

München.
Druck von R. Oldenbourg.
1909.

Von der Fakultät auf Antrag von Herrn Professor Dr. H. Kronecker zum Druck genehmigt.

Bern, den 12. November 1908.

Der Dekan: E. Hefs.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41540301_0088

F. H. Bartlett[1]) und später R. Frumina[2]) haben beobachtet, dafs Kaninchen, die in atmosphärischer Luft von 300 bis 200 mm Druck gut lebten, starben, wenn sie durch eine Trachealkanüle aus einem Behälter Luft atmeten, deren Druck nur um 20 bis 30 mm geringer war als derjenige ihrer Umgebung: also etwa 690 mm betrug.

Rosendahl[3]) wies nach, dafs die Tiere (Ratten und Kaninchen) im luftverdünnten Raume nicht durch Mangel an Sauerstoff starben, sondern aus mechanischen Ursachen.

Es war meine Aufgabe, Ort und Art der Kompensation des intra- und extrapulmonalen Luftdruckes zu finden. Zunächst versuchte ich, der verdünnten Lungeninnenluft durch verminderten Druck im Thoraxraume entgegenzuwirken.

Zu diesem Behufe führte ich in einen Interkostalraum Meltzers »Pleurakanüle« ein. Den wesentlichen Teil der Meltzerschen Beschreibung[4]) lasse ich hier mit der Originalabbildung folgen:

»Das kleine, hier in $^3/_4$ der wirklichen Gröfse abgebildete Instrument besteht aus einer silbernen Röhre *PE*, welche aus zwei Stücken zusammengesetzt ist: dem geraden zylindrischen

Teile *PR* und dem Hahnansatze *RE*. — Das eine Ende der 4 mm weiten Röhre läuft konisch zu, so dafs die bei *R* sichtbare Hülse des Hahnansatzes fest darauf pafst. In das andere Ende *P* ist mittels kurzen Ansatzrohrs eine ovale dünne Platte geschraubt, in deren 2 mm weites Mittelloch das Hauptrohr mündet. Auf das gerade Rohrstück ist bis zum Konus ein Schraubengewinde geschnitten. Hierauf sitzt, leicht verschiebbar, eine kreisförmige, dünne, weiche Gummischeibe *G*, von etwa 3 cm Durchmesser, sodann eine geschlitzte Blechrosette *r*, die, mit Ausnahme von einem schmalen Kreisbande um das zentrale Loch, durch radiale Schnitte in 15 Sektoren gespalten ist, die

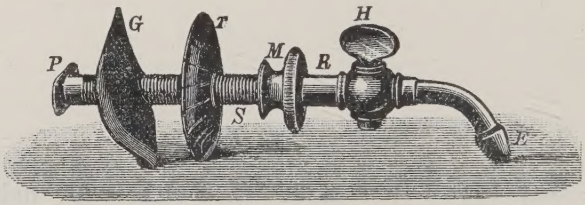


Fig. 1.

gegen die Kreisfläche *S*-förmig gebogen federn. — Die Schraubenmutter *M*, auf dem Gewinde *S* laufend, vermag die Rosette *r* und die Gummischeibe *G* gegen die ovale Endplatte *P* zu pressen. Das Hahnrohr läuft in ein eichelförmiges Ende *E* aus, über welches sich bequem und fest ein Gummischlauch ziehen läfst.«

Beim Gebrauche dieser Kanüle unter vermindertem Luftdrucke, fanden wir, dafs oft Teile der Lunge oder des Mediastinum, oder Blutgerinnsel die Basisöffnung verstopften. Deshalb liefsen wir eine volle Grundplatte etwa $^1/_2$ cm unter der durchlochten anbringen und in das Verbindungsrohr seitliche Löcher bohren.

Doch auch in den Spalt zwischen den Platten wurden Lungenteile angesaugt und hinderten den Ausgleich des Luftdruckes.

Dagegen bewährten sich die Meltzerschen Röhren sehr gut, wenn der Brusthöhle Luft unter positivem Drucke zugeführt wurde: zum Ausgleiche von Überdruck in den Lungen.

Hierzu diente die

Versuchsanordnung I.

Das Kaninchen, rückwärts auf einem Brette gelagert trug in einem Interkostalraume eine Meltzersche Röhre. Diese mündete in den Bodentubus einer grofsen Flasche, deren doppelt durchbohrter Halsstopfen einerseits ein Quecksilbermanometer enthielt, andererseits ein Röhrchen, das mit einem belasteten Spirometer verbunden war. Die Luftröhrenkanüle des tracheotomierten Tieres war mit dem Bodentubus einer zweiten grofsen Flasche verbunden, dessen zweifach durchbohrter Halsstopfen gleichfalls ein Quecksilbermanometer und ein Röhrchen trug. Dieses letztere war mit einem grofsen Waldenburgschen Spirometer verbunden.

Zur Atmung unter negativem Lungen- und negativem Pleuradrucke waren die Meltzerschen Röhren, wie erwähnt, nicht brauchbar. Wir versuchten daher auf natürlichem Wege: durch die im Brustkasten aufgeschlitzte Speiseröhre Kanülen einzuführen. Die intrathorakale Durchtrennung des Ösophagus war nicht leicht. Kardia und freigelegter Halsteil der Speiseröhre mufsten gestreckt werden, damit der Brustteil dem sichelförmigen Messer nicht ausweichen konnte. Beim Einschnitte (in der Längsrichtung) machte zuweilen Verletzung des Aortenbogens dem Leben schnell ein Ende. Auch Schnitte in die Lungen gefährdeten die Tiere. Durch die Speiseröhrenöffnung wurde eine schwach gekrümmte, durchlöcherte Glasröhre in die linke Pleurahöhle eingeführt. Es gelang uns auch, die Glasröhre von der linken in die rechte Pleurahöhle durchzustofsen.

Da solche Operationen aber doch oft das Leben gefährdeten, so versuchten wir, die Glasröhren zwischen die Rippen einzuführen. Die gebogenen, durchlöcherten Glasröhren, wurden nach Öffnung eines Interkostalraumes, in die Pleurahöhlen eingesenkt. Der Verschlufs wurde durch Vernähen der Haut und Muskulatur um die Röhre bewerkstelligt und hielt dicht.

Die Löcher an der oberen Seite der Röhren wurden jetzt nicht mehr von den tiefer gelegenen Lungenteilen verschlossen,

aber oft von Gerinnseln aus der durch Reibung verletzten Lunge. Um dies zu vermeiden, nahmen wir, anstatt der Glasröhren, Gummikatheter.

Die 5 mm weiten Röhren waren 8 cm lang. 4 cm Rohr wurden in die Pleurahöhle eingeführt. Dieser Rohrteil war mit längsgeschnittenen Seitenlöchern versehen. Diese Brustleitung bewährte sich, wie für positiven, so auch für Herstellung negativen Luftdrucks in den Pleurahöhlen.

Um das ganze Tier unter gleichen — positiven oder negativen — Luftdruck zu versetzen, wurde es in einen Mossoschen Plethysmographen — Glasärmel — versenkt, dessen weites — Oberarm — Ende mit einer gefetteten Spiegelglasplatte luftdicht abgeschlossen wurde. Es blieben dann die drei Tubuli: einer am verengten Ende, zwei an der Seitenwand zu Verbindungen mit Luftdruckapparaten frei.

Versuchsanordnung II.

Der Endtubus des Ärmels war verstöpselt. Der vordere Seitentubus nahm einen einfach durchbohrten Kautschukstopfen auf. Durch diesen Stopfen war ein Glasröhrchen geführt, das innerhalb des Ärmels mit dem Gummiröhrchen der Trachealkanüle verbunden war, aufserhalb mit einem Gummischlauche, der zum Bodentubus einer grofsen Flasche (I) führte. Im oberen Tubus dieser Flasche steckte ein doppelt durchbohrter, von kurzen Glasröhrchen durchsteckter Kautschukstopfen. Das eine Röhrchen trug den Luftschlauch eines Wassersauggebläses, das andere ein Quecksilbermanometer. Der zweite Seitentubus des Ärmels erhielt gleichfalls eine gedichtete Röhrenverbindung vom Umgebungsraume des Kaninchenkörpers im Ärmel zu einer zweiten tubulierten Flasche (II), deren Hals analog demjenigen von Flasche I zu einem zweiten Saugapparate und zu einem Quecksilbermanometer führten.

Versuchsanordnung III.

Der Hinterteil oder auch der ganze Rumpf eines morphinisierten Kaninchens wurde in einen, mit gefetteter Gummimanschette versehenen Glasärmel luftdicht eingeschoben, und die Luft vom Endtubus des Ärmels aus durch einen Wassersaug-

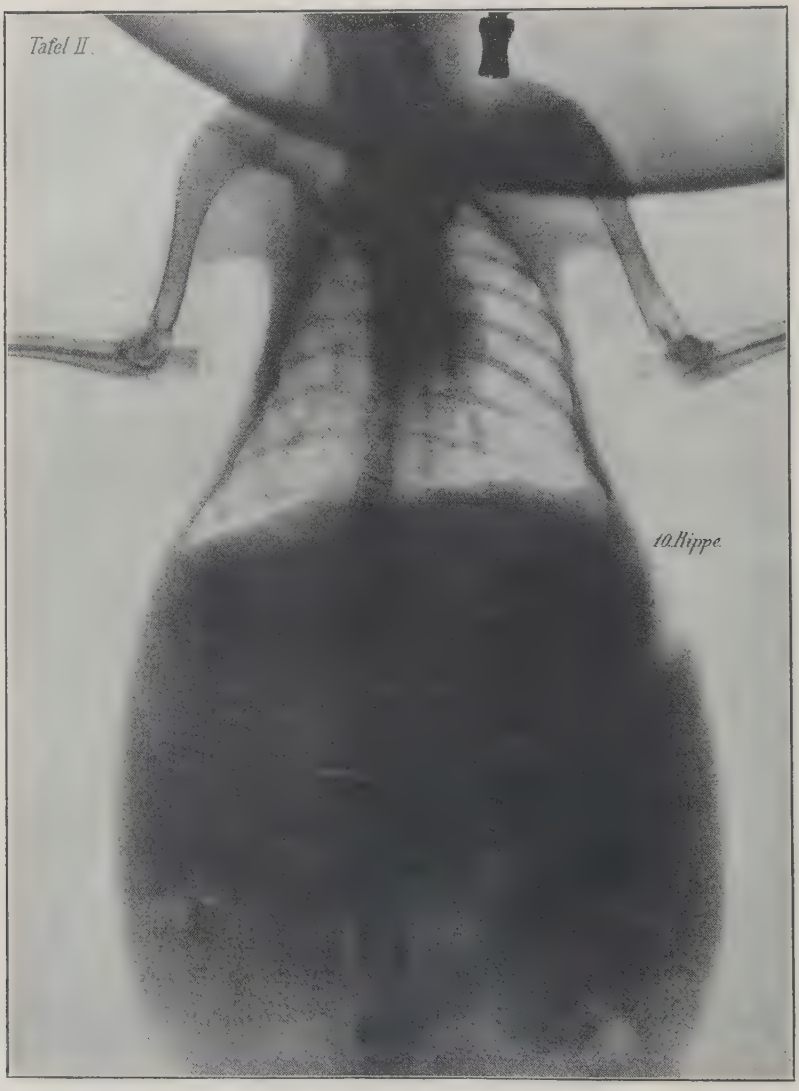
apparat verdünnt. Das luftdicht eingelassene Tier mufste festgehalten sein, um nicht in den Ärmel gesaugt zu werden.

Bei normalem Drucke.

Versuchsanordnung IV.

Ein morphinisiertes Kaninchen atmet durch eine Trachealkanüle die Luft einer Kolbenflasche, deren doppelt durchbohrter

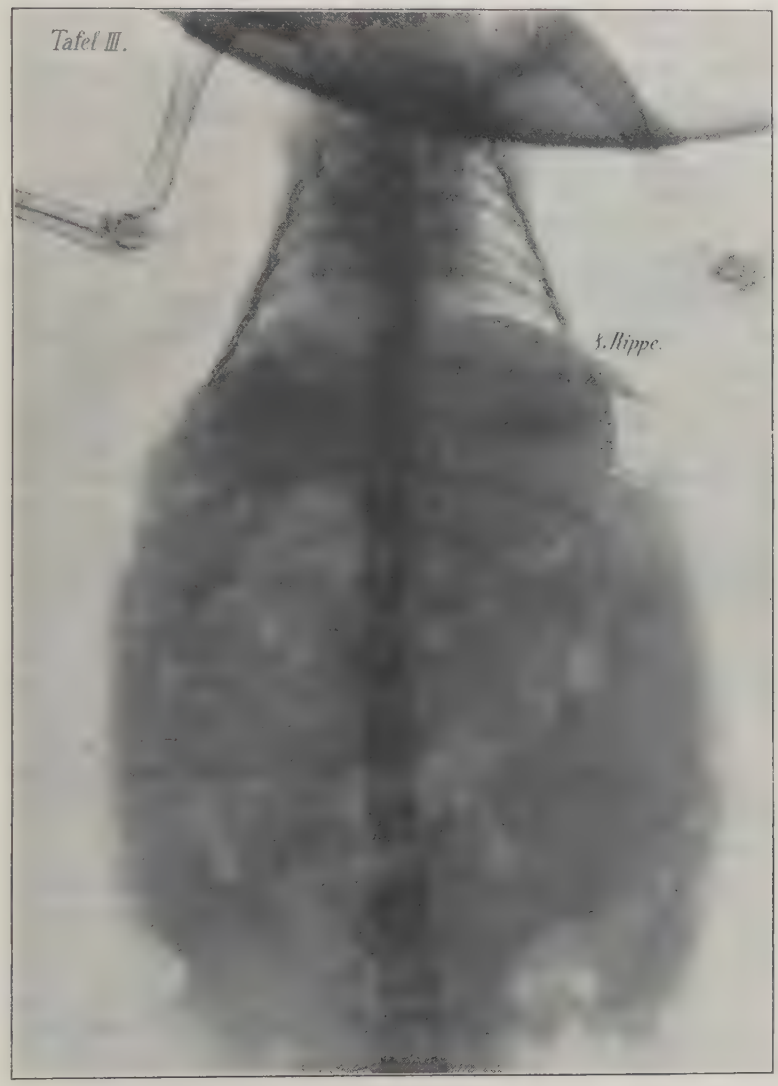
Kautschukstöpsel durch ein 2. Rohr mit einer Saugpumpe, oder, für erhöhten Druck, mit einem belasteten Luftspirometer verbunden war.



Bei Überdruck.

Der Rumpf solchen Kaninchens wurde im Röntgeninstitute des Inselspitals photographiert, um die Lage des Zwerchfells unter verschiedenen intrapulmonalen Luftdrucken festzustellen.

Das Verhalten des Zwerchfells, bei verändertem Drucke, wurde in der Weise untersucht, dafs dem morphinisierten Ver-



Bei Unterdruck.

suchstiere eine Tracheotomie gemacht wurde. Man sieht auf der Röntgenphotographie Tafel I (S. 9), dafs der Kernschatten der Zwerchfellkuppen bis zur 9. Rippe reicht, der Halbschatten bis

zur 8. Dieser entspricht der bei normaler Exspiration aufgesaugten Zwerchfellwölbung. Alsdann wurde durch die Trachealkanüle ein positiver Überdruck von + 30 mm Hg auf die Lunge ausgeübt. Das Zwerchfell wurde infolgedessen, wie Tafel II zeigt, bis etwa zur 10. Rippe (rechts tiefer als links), herabgedrückt. Wenn der Druck der Atmungsluft um 20 mm vermindert worden war, so reichte der Kernschatten des Zwerchfells bis zur 8. Rippe in die Brusthöhle. (Taf. III). Diese Zwerchfellstände erklären sich derart, dafs bei den Kaninchen, die ja normalerweise Bauchatmung (Zwerchfellatmung) haben, mit der Lungenspannung die Stellung des Zwerchfells sich ändert. Der Kernschatten gibt die Grenze der Inspirationsstellung. Der Halbschatten zeigt die Exspirationsgrenzen des schlaffen Zwerchfells.

Versuchstabelle I.

Zeitdauer d. Probe in Min.	Respiration	Luftdruck in mm Hg			Versuchstier Nr.	Versuchsanordnung	Bemerkungen
		Intrapulmonal	Extrapulmonal	Äufs. Körperdruck			
2		— 30			1	I	Sehr angestrengte Atmung; Krämpfe
5	24		— 30				Ruhige Atmung. Die Lunge ist angesaugt
1	34	— 40					Tiefe Brustatmg. Krämpfe
0,5	14	— 50			2	I	Sofort hochgrad. Krämpfe
1		— 30	— 30		3	I	Brustatmung
20			— 30				Bauchatmung
2	92	— 20	— 40				Anfangs abdominale, sodann angestrengte Atmg.
1		— 20	— 70				Sofort Krämpfe
1		— 30	— 80				» »
11	24		— 30		4	I	Angestrengte abdominale Atmung; 172 Pulse in der Minute. Bauchdecken werden angesaugt
1			— 80				Sofort Krämpfe
3	100	— 20	— 20				Atmung unregelmäfsig; Thoraxmanometer zeigt grofse Schwankungen, schliefslich Krämpfe
4	36	— 20	— 30				Starke Brustatmung

Fortsetzung von Versuchstabelle I.

Zeitdauer d. Probe in Min.	Respiration	Luftdruck in mm Hg			Versuchstier Nr.	Versuchsanordnung	Bemerkungen
		Intrapulmonal	Extrapulmonal	Äufs. Körperdruck			
2		— 40	60				Tiefe, mühsame, thorakale Atmung. Nach Steigerung des Lungeninnendrucks bis zur Norm abdominale Atmung
2	156		60				Diapedese durch die Lungenkapillaren
5	160	— 20	10				Gruppierte thorakale Atmung, aktive Exspirationsstöfse
0,15	20	— 20	10				Tiefe Atmung, Krämpfe
5	20			100	5	II	Ruhige Atmung
3	36	— 20			6	II	Die Atmung zuerst normal. Nach dem 15. Atemzug seltene Atmung, dann Krämpfe
3	16	— 20		20			Abdominale Atmung
2	16	— 40		20			Thorakale Atmung, hierauf Krämpfe
8		— 20		40			Krämpfe
3		— 20		20	7	II	Die Phrenici sind durchschnitten. Brustatmung sehr tief
1		— 20					Krämpfe
2	36	— 20		20			Das Tier ist ruhig
2		— 20		40			Die Atmung stockt, Nasenflügel bewegt, Krämpfe
2		— 20		— 30			Schwache Brustatmung, Krämpfe
1		— 20		10			Sofort Krämpfe
8	36	— 20		20			Das Tier atmet ruhig
3	28	— 40		30			» » » »
3	40	— 50		10			» » » »
3		— 80		— 70			» » » »
5	28	—100		— 90			» » » »
2	20	— 20		— 20			» » » »
3		— 10		— 20			Schwache Atmung, schliefslich Krämpfe
4	12	— 20		— 30			do.
4		— 30		— 40			do.

Versuchstabelle II.

Zeitdauer d. Probe in Min.	Kopf, Hals, Vorderpfoten unter Atmosphärendruck	Brust, Bauch und Hinterteil unter Minderdruck	Versuchstier Nr.	Versuchsanordnung	Bemerkungen
1		— 20	8	III	Brustatmung, Beckenbewegungen, Zuckungen
1		— 30			Nasenflügel heftig bewegt, Atemnot

Versuchstabelle III.

Zeitdauer d Probe in Min.	Respiration	Luftdruck in mm Hg: Intrapulmonal	Extrapulmonal	Bauchhöhlendruck	Versuchstier Nr.	Versuchsanordnung	Bemerkungen
1		+ 20			1	IV	Sofort Tod
1		+ 20	+ 20		2	I	Sofort Tod. Bauch durch Luft gespannt
1	24	+ 30	+ 30		3	I	Atemnot, Krämpfe, Tod. Pneumothorax
1		+ 50	+ 50		4	I	Sofort Tod. Pneumothorax
1		+ 20			5	IV	Tier ruhig
1		+ 30					Kurzer Atemstillstand, Krämpfe
5			+ 20			I	Bauchdecken gehoben
1			+ 30				Sofort Krämpfe. Bauchdecken gespannt
7	100	+ 20			6	IV	Schwache thorakale Atmung; die Atmung setzt aus, Pupille verengt. Ab und zu zuckt das Tier
1	136	+ 30					Schwache Krämpfe
1	26	+ 40					Sofort Krämpfe
2		+ 10	+ 8		7	I	Sogleich Krämpfe
2		+ 20	+ 18				Sogleich Krämpfe bis Thoraxraum entleert war
15		+ 20					Starke Brustatmung
0,5		+ 20	+ 20				Krämpfe
10	16	+ 20		+ 20	8		Keine Atemnot
5	16	+ 30		+ 20			Brustatmung
4	16	+ 30		+ 10			Brustatmung, abwechselnd mit abdominaler
2	16	+ 30					Brustatmung. Atemnot
5	100			+ 30			» »
5		+ 30		+ 30			Keine Not
6	25	+ 40		+ 40			» »
5	64	+ 40		+ 20			Heftige Brustatmung, Atemnot.

Kronecker[5]) sagt in seiner Abhandlung über die »Bergkrankheit«: »Es wäre nicht wunderbar, dafs der negative Druck in der Brusthöhle ganz allmählich dem neuen, auf der Innenfläche der Lungen lastenden (verminderten) Drucke sich anpafste. Dies könnte z. B. dadurch geschehen, dafs das Zwerchfell gedehnt in die Brusthöhle stiege«.

Eine Minderung des (negativen) Druckes bis auf — 60 mm Hg (s. S. 13 Tabelle des Vers. Nr. 4) verursachte sogar Diapedesis der Lungenkapillaren. Mosso[6]) fand »die Lungen, die verdünnter Luft ausgesetzt waren, leicht ödematös. Ihre Farbe, die teilweise weniger hell als die normale ist, geht in rötliches Grau über, auf dem man dunkelblaue Flecken bemerkt. Andere Teile der Lungen zeigen normale Farbe, aber man sieht auf diesen unregelmäfsig zerstreute Flecken von dunklerer Farbe. Auf der Oberfläche der Lungenlappen und besonders am Rande derselben erkennt man umgrenzte Hämorrhagien, Ekchymosen und Blutergüsse von dunkelvioletter Farbe. Die Lungen zeigen gröfsere Konsistenz. Beim Öffnen des Thorax ziehen sie sich weniger zusammen als bei normalen Tieren. Beim Einschnitte in das Lungengewebe tritt aus deren dunkleren Teilen eine leicht schäumende Flüssigkeit.«

»Diese Lungenkongestion gibt uns eine genügende Erklärung für die auffallende Verringerung der Vitalkapazität, die bei allen Personen, welche mit mir (Mosso) auf den Monte Rosa gekommen waren, in konstanter Weise beobachtet wurde. Sie war so grofs, dafs ich sie nicht anders als durch die Annahme einer Lungenhyperämie zu erklären weifs.« »So liefert mir Mosso selbst,« sagt Kronecker (a. a. O.), »das Bild von Baschs Lungenschwellung und Lungenstarre, welches völlig übereinstimmt mit meiner Ansicht, dafs Stauung in den Lungenkapillaren, verursacht durch verminderten Luftwiderstand in den Alveolen, die wesentlichen Erscheinungen der Bergkrankheit hervorrufen könne.« (S. 125.)

Die bei meinen Versuchstieren beobachtete Durchlässigkeit der Lungenoberfläche erwähnt schon Bichat[7]) (1856). Er wies nach, dafs die Oberfläche der lebenden Lunge bei solchen Drucken, wie sie

angestrengte Atembewegungen bei geschlossener Trachea auf die gefüllten Lungen zu üben vermögen, für kleine Luftbläschen durchlässig ist, derart, dafs diese von den Alveolen ins Blut eindringen. Füllt man z. B. einem Hunde die Lungen mit Wasserstoff und verhindert die Ausatmung, so enthält das aus einer in die Arteria femoralis eingebundenen Kanüle ausströmende Blut zahlreiche feine Gasbläschen, die, wie ihre Brennbarkeit zeigt, aus Wasserstoff bestehen.

Ewald und Kobert[8]) fanden, dafs ein Druck von etwa 35 mm genügt, um Gas durch die Innenfläche der Lunge in die Blutgefäfse zu treiben, ohne das Gewebe zu schädigen.

Dr. R. Frumina[2]) hatte vor mehreren Jahren im Hallerianum beobachtet, dafs den Kaninchen so viel Luft, die schnell auf 180 mm Hg verdünnt worden war, aus der Brusthöhle in die Bauchhöhle eindrang, dafs die Bauchdecken gehoben und gespannt wurden. Solches habe auch ich beobachtet, wenn der Druck der Atemluft auch nur um 20—30 mm über den Atmosphärendruck gesteigert war. Sollte also die Luft nicht nur durch die Lungenbläschen zu den Blutgefäfsen, sondern durch die gesamte Lungenwand treten?

Koelliker[9]) beschreibt so: »Die Wand der Lungenalveolen besteht, abgesehen vom Pflasterepithel und von zahlreichen Blutkapillaren, nur aus einem dünnen Häutchen, das man als Fortsetzung der Faserhaut, samt der Schleimhaut der Bronchiolen, betrachten kann und das zwischen zwei benachbarten Alveolen nur einfach, für beide Alveolen gemeinsam ist. An den Alveolengängen verschwinden die Muskeln. Die Scheidewände der Alveolen bestehen aus einer Grundmembran, in welcher zur Verstärkung elastische Fasern von 1—4,5 μ Dicke, die sich verästeln, eingelagert sind. . . . Leimgebende Faserbündel fehlen in der Alveolenwand vollständig, ebenso Muskeln.« Aber nicht nur das Lungengewebe, sondern zunächst auch die Pleuren müfste die Luft, auf dem Wege zur Bauchhöhle, durchdringen.

Die Pleuren bestehen[10]) »aus einem mit feineren oder gröberen elastischen Elementen reichlich versehenen Bindegewebe und einem einfachen Plattenepithel mit kernhaltigen

Zellen, an der Pleura pulmonalis von 8—46 μ Gröfse. Die Epithelzellen der Pleura sitzen einem elastischen Grenzhäutchen auf und bestehen, nach Kolossow, wie jene des Bauchfells, aus den kernenthaltenden Zelleibern, welche durch Interzellularbrücken zusammenhängen, und aus oberflächlichen, dicht aneinanderschliefsenden Plättchen, welche kurze, 2 μ lange Härchen tragen.«

Die nächste Trennungsschicht ist das Zwerchfell. C. Ludwig und F. Schweigger-Seidel[11]) berichten: »Die Bindegewebsmassen, welche die Grundlage des Centrum tendineum des Zwerchfells bilden, sind in verschiedenen Schichten angeordnet. Schon mit bloſsen Augen kann man eine radiäre Lage von einer zirkulären trennen. Erstere liegt auf der unteren oder Bauchseite und zeigt die radiäre Streifung deshalb so deutlich, weil zwischen den unter sich ziemlich gleich breiten Sehnenbündeln spaltförmige Lücken vorhanden sind, welche sich, besonders bei Spannung der Haut, bemerkbar machen. Die nach oben gelegene zirkuläre Faserschicht ist mehr gleichmäfsig entwickelt, oder nur durch einzelne im Bogen verlaufende Verstärkungszüge auffallend markiert. Zu diesen beiden Schichten kommen alsdann noch zwei andere, allerdings viel zartere hinzu, welche von der Pleura und dem Peritoneum gebildet werden; in ihnen haben die Fasern eine mehr transversale Richtung. Die genannten vier Schichten sind nicht innig verschmolzen, sondern können durch einfache Präparation voneinander getrennt werden. Besonders von der pleuralen Seite her vermag man an der angespannten Sehnenhaut die zirkuläre Schicht von der radiären und diese hinwiederum von dem Grundhäutchen des Peritoneum ganz glatt abzulösen, so dafs man letzteres auf gröfsere Streifen isoliert erhalten kann. . . . Zwischen den radiären Sehnenbündeln bemerkt man die Spalten, die, wie C. Ludwig und F. Schweigger-Seidel festgestellt haben, von wechselnder Breite, je nach dem Spannungsgrad der Membran sind. Sie messen 0,06—0,16 mm.«

Die Ergebnisse meiner Arbeit lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die meisten Kaninchen sterben, wenn ihre Lungenluft um 20 mm weniger Druck hat als die ihren Körper umgebende — und ebenso bei 20 mm Überdruck (Bartlett).
2. Dieser negative Druck kann nicht durch gleichen in den Pleurahöhlen unschädlich gemacht werden. Es bedarf dazu — 40 mm Pleuradruck. Doch war auch hierbei die Atmung schon thorakal und angestrengt.
3. Positiver Druck von + 10 bis + 20 in den Pleurahöhlen wirkte tödlich, auch wenn der intrapulmonale Druck gleich oder höher (bis um 20 mm) getrieben wurde, als der extrapulmonale.
4. Wenn man das Tier bis zum Halse in einen luftverdünnten Raum brachte, so konnte es auch nicht mehr als 20 mm negativen Atmosphärendruck auf seinem Körper vertragen. — 30 mm verursachten Atemnot.
5. Gesteigerter intrapulmonaler Druck, selbst bis + 40 mm konnte unschädlich gemacht werden: durch Füllung der Bauchhöhle mit gespannter Luft.
6. Luft unter noch erträglichem, positivem Drucke (+ 20 bis + 30 mm) vom Kaninchen geatmet tritt in die Bauchhöhle.
7. Durch Röntgenphotographien des abdominal atmenden Kaninchens liefs sich nachweisen, dafs bei Atmung von Luft unter — 20 mm das Zwerchfell vom mittleren Stande des Kernschattens (9. Rippe) um einen Interkostalraum bis zur 8. Rippe stieg, bei positivem Luftdrucke (+ 30 mm) um einen ganzen Interkostalraum bis zur 10. Rippe gesenkt wurde.

Literaturverzeichnis.

1) F. H. Bartlett, On the variations of Blood Pressure during the breathing of rarefied air. From the Hallerianum of Bern University. Amer. Journ. of Physiol. 1903.

2) Dr. R. Frumina, Über die Störung des Lungenkreislaufes unter dem Einflusse verminderten oder vermehrten Luftdruckes. Zeitschr. f. Biol. Bd. 52 S. 4. Aus dem Hallerianum Bern.

3) Dr. A. Rosendahl, Verminderter Luftdruck tötet nicht durch Sauerstoffmangel. Zeitschr. f. Biol. Bd. 52. Aus dem Hallerianum Bern.

4) Pleurakanüle von Dr. Meltzer. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 1894, Dezember. Berlin N. bei Jul. Springer.

5) H. Kronecker, Die Bergkrankheit. Abdruck aus der Deutschen Klinik am Eingange des 20. Jahrhunderts. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien 1903. S. 129 u. 125.

6) A. Mosso, Der Mensch auf den Hochalpen. Leipzig 1899, S. 429.

7) Bichat, Sur la vie et la mort. Paris 1856, p. 221; zit. von Boruttau in seinem Beitrage zu Nagels Handb. d. Physiol., Artikel: die Atembewegung 1905, Bd. 1 S. 136.

8) Ewald u. Kobert, Pflügers Archiv 1883, Bd. 31 S. 160.

9) u. 10) A. Koelliker, Handb. der Gewebelehre. Leipzig 1902, Bd. 3 S. 298 Abs. 1.

11) C. Ludwig u. F. Schweigger-Seidel, Über das Zentrum tendineum des Zwerchfells. Arbeiten aus d. physiol. Anstalt. Leipz. 1867. S. 174.